

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-055699

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.Cl.

H04Q 3/52
H04B 10/02
H04J 14/00
H04J 14/02
H04B 10/08

(21)Application number : 09-205710

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 31.07.1997

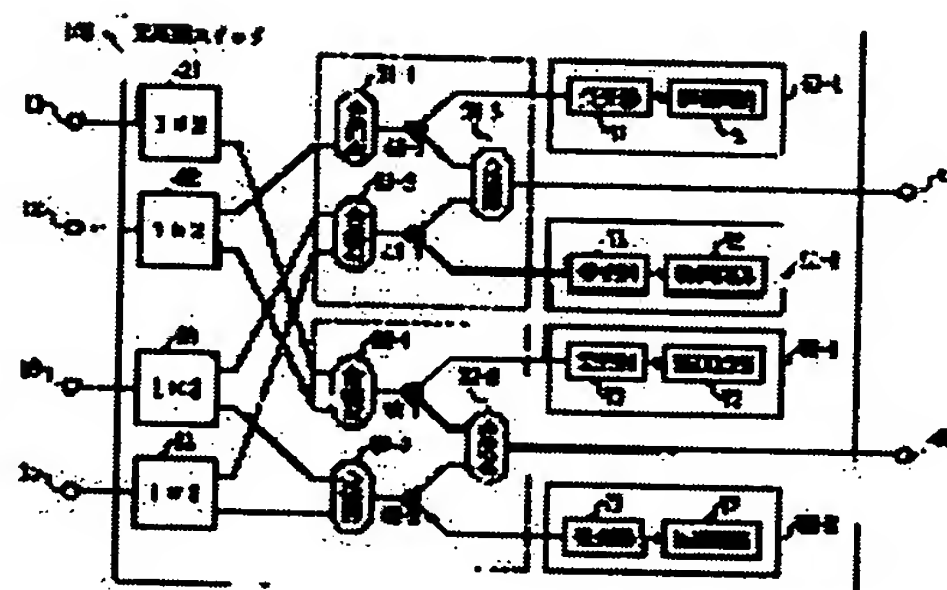
(72)Inventor : HAMAZUMI YOSHIYUKI
KOGA MASABUMI
SATO KENICHI

(54) OPTICAL PATH SUPERVISORY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the deterioration of a CN ratio of a pilot signal even when the number of wavelength of an optical signal which is inputted to a light space switch is increased by replacing M input converging devices with a pieces of (b) input converging devices and one (a) input converging device, branching a part of an output signal of the (b) input converging devices and supervising a pilot signal that is superimposed on the optical signal.

SOLUTION: The functions of four input converging devices 31 and 32 are respectively divided into two input converging devices 31-1 to 31-3 and 32-1 to 32-3, and branching devices 41-1 to 42-2 are arranged before the devices 31-3 and 32-3. Optical signals which are outputted from 1×2 light switches 21 and 22 to an output port 61 are branched from an output of the device 31-1, and a pilot signal which is superimposed on the optical signal is supervised by a connection supervisory circuit 51-1. Similarly, optical signals are branched from the devices 31-2 to 32-2 and connection supervisory circuits 51-2 to 52-2 supervise pilot signals. With this, the wavelength multiple number of an optical signal that is a supervisory object becomes two wavelength at most and the deterioration of a CN ratio of a pilot signal can be suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-55699

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

C

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

T

H 0 4 J 14/00

E

14/02

K

H 0 4 B 10/08

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-205710

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月31日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 濱住 義之

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 古賀 正文

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 佐藤 健一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

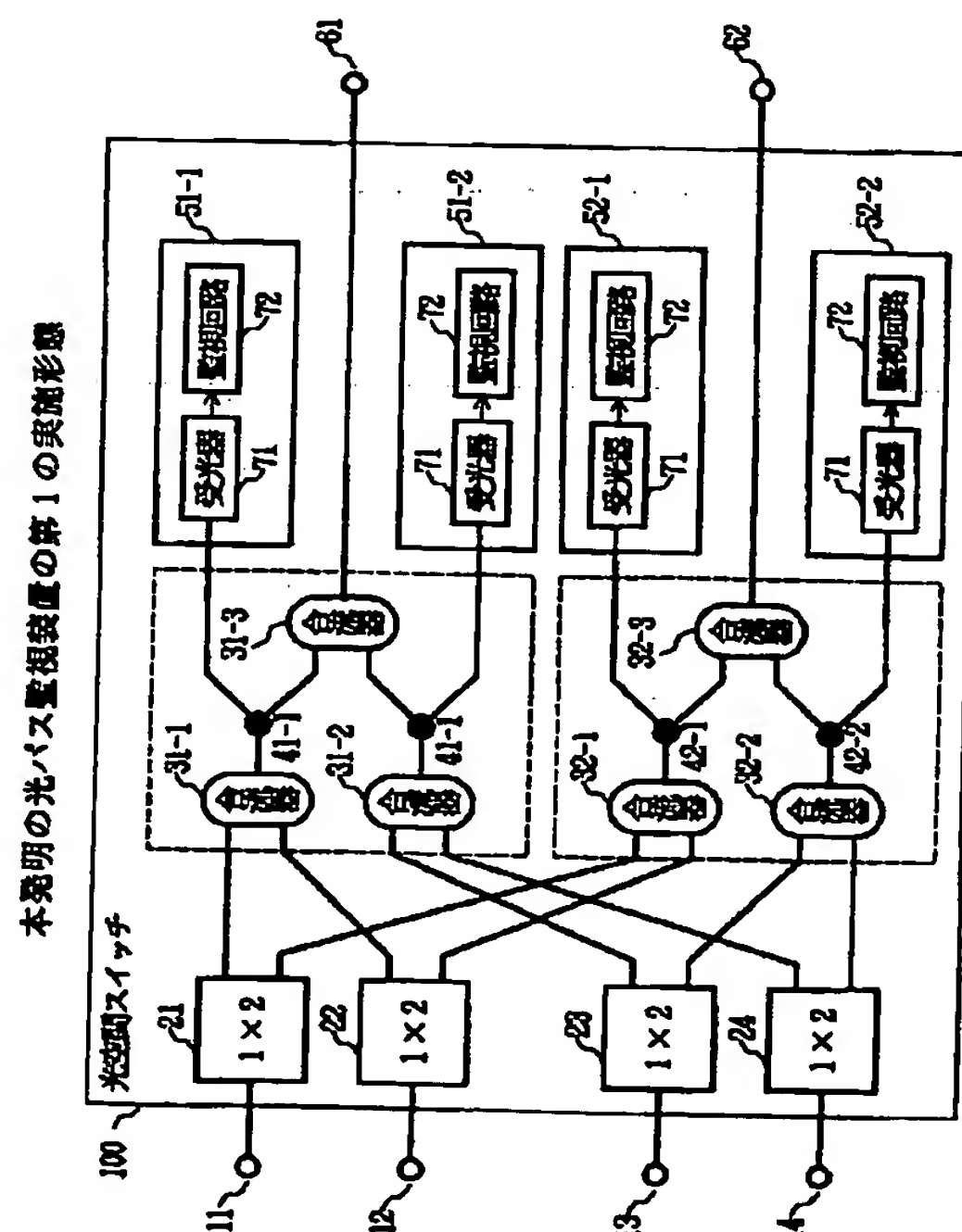
(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

(54) 【発明の名称】 光パス監視装置

(57) 【要約】

【課題】 光空間スイッチに入力する光信号の波長数が増大した場合でもパイロット信号のC/N比の劣化を抑え、各光信号ごとに光空間スイッチの接続監視を行う。

【解決手段】 入力ポート数をM、出力ポート数をNとしたときに、M個の1×N光スイッチと、N個のM入力合流器とを備えた光空間スイッチの接続監視を行う際に、M入力合流器をa個のb入力合流器と1個のa入力合流器に置き換え、b入力合流器の出力光信号の一部を分岐し、その光信号に重畳されたパイロット信号を監視する。ここで、aおよびbを2以上の整数でかつ $a \cdot b = M$ とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力ポート数をM（Mは2以上の整数）、出力ポート数をN（Nは2以上の整数）としたときに、各入力ポートの光信号を各出力ポートに振り分けるM個の1×N光スイッチと、各1×N光スイッチから出力される光信号を出力ポートごとに合流するN個のM入力合流器とを含む光空間スイッチを備え、

前記光空間スイッチに所定の周波数のパイロット信号が重畳された光信号を入力し、クロスコネクタされた光信号から所定の周波数のパイロット信号を検出することにより光パスの接続監視を行う光パス監視装置において、aおよびbを2以上の整数でかつ $a \cdot b = M$ としたときに、前記M入力合流器をa個のb入力合流器とそれらの出力を合流する1個のa入力合流器により構成し、前記b入力合流器の各出力光信号の一部を分岐する分岐手段と、

前記分岐手段で分岐された最大で波長多重数bの光信号にそれぞれ重畳された所定の周波数のパイロット信号を検出し、前記光空間スイッチの接続監視を行う接続監視手段とを備えたことを特徴とする光パス監視装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光パス監視装置において、

a個のb入力合流器が、 b_1 入力合流器、 b_2 入力合流器、…、 b_a 入力合流器としたときに、

$$b_1 + b_2 + \dots + b_a = M$$

となるように設定され、接続監視手段は最大で波長多重数 b_i （iは1からaまでの整数）の光信号からそれぞれ対応するパイロット信号を検出する構成であることを特徴とする光パス監視装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の光パス監視装置において、

接続監視手段に入力する波長多重数b、 b_i に応じたパイロット信号のCN比が所要値を満たす範囲で、b入力合流器または b_i 入力合流器の入力数が選択されることを特徴とする光パス監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長多重技術を用いた光バスクロスコネクタシステムにおいて、光空間スイッチの接続状態および光パスの設定状態を監視する光パス監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光バスクロスコネクタシステムでは、光空間スイッチが誤接続をしていないかを監視する必要がある。

【0003】 図5は、光空間スイッチの従来の接続監視方法を示す（参考文献：特願平8-22358）。ここでは、入力ポート数が4、出力ポート数が2の光空間スイッチにおける光パス監視例を示す。

【0004】 4つの光信号S1、S2、S3、S4は、

それぞれ入力ポート11、12、13、14から光空間スイッチの1×2光スイッチ21、22、23、24に輸入され、合流器31、32のいずれかに切り換えられ、合流器31、32でそれぞれ合流して出力ポート61、62に出力される。

【0005】 ここで、各光信号に重畳されるパイロット信号の周波数は、光信号の波長に対応して決定される。図5に示す例では、光信号S1、S2、S3、S4の波長はそれぞれ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 であり、パイロット信号PT1、PT2、PT3、PT4の周波数は f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 である。光信号S2と光信号S3は合流器31に接続され、光信号S1と光信号S4は合流器32に接続される。

【0006】 光空間スイッチの合流器31、32から出力された光信号は、分岐器41、42でそれぞれの一部が分岐され、接続監視回路51、52に輸入される。接続監視回路51、52では、光信号に重畳されたパイロット信号のレベルを測定し、光信号が正しく出力されているかを監視する。接続監視回路51では、光信号S2に重畳されている周波数 f_2 のパイロット信号PT2と、光信号S3に重畳されている周波数 f_3 のパイロット信号PT3を検出することにより、光信号S2、S3が出力されていることを確認できる。また、接続監視回路52では、光信号S1に重畳されている周波数 f_1 のパイロット信号PT1と、光信号S4に重畳されている周波数 f_4 のパイロット信号PT4を検出することにより、光信号S1、S4が出力されていることを確認できる。以上の手順により、光空間スイッチの接続監視を行う。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来の光空間スイッチの接続監視方法では、光空間スイッチの出力側ですべての波長の光信号を合流した後に、それぞれに重畳されたパイロット信号を検出し、光信号が正常に接続されたことを確認していた。

【0008】 しかし、光空間スイッチに輸入されるすべての光信号が同じ出力ポートへ出力されるような場合には、多数の光信号が波長多重された状態でパイロット信号を検出することになる。この例を図6に示す。ここでは、光信号S1～S4が1×2光スイッチ21～24から合流器32に接続され、接続監視回路52にすべての光信号が波長多重された状態で入力される場合を示す。

【0009】 複数の光信号が波長多重された状態でパイロット信号を検出する場合には、パイロット信号のCN比が波長多重数に応じて劣化する。この点について図7を参照して説明する。

【0010】 図7(a)は、周波数 f_1 のパイロット信号が重畳された光信号の電力スペクトル密度を示す。図7(b)は、周波数 f_2 のパイロット信号が重畳された光信号の電力スペクトル密度を示す。パイロット信号のCN

比は、主信号の電力スペクトル密度に対するパイロット信号の電力の比で与えられる。

【0011】一方、2つの光信号を多重した場合には、図7(c)に示すように、パイロット信号の電力は変化せず、光信号の電力スペクトル密度のみが加算されることになり、相対的にパイロット信号のCN比が劣化する。例えば、図6に示すように、4波多重時にパイロット信号を受信する場合は、1波長の光信号のみの場合に比べてパイロット信号のCN比が約10dB劣化する。このように、波長多重数に応じてパイロット信号のCN比が大きく劣化し、場合によってはパイロット信号の検出が不可能になることがある。

【0012】本発明は、光空間スイッチに入力する光信号の波長数が増大した場合でもパイロット信号のCN比の劣化を抑え、各光信号ごとに光空間スイッチの接続監視を行うことができる光バス監視装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の光バス監視装置は、入力ポート数をM、出力ポート数をNとしたときに、M個の1×N光スイッチと、N個のM入力合流器とを備えた光空間スイッチの接続監視を行う際に、M入力合流器をa個のb入力合流器と1個のa入力合流器に置き換え、b入力合流器の出力光信号の一部を分岐し、その光信号に重畳されたパイロット信号を監視する。

【0014】ここで、aおよびbを2以上の整数でかつ $a \cdot b = M$ とする（請求項1）。例えば、 $M=8$ の場合に8入力合流器として、4個の2入力合流器と、それらの出力を合流する4入力合流器に分割して構成する。この場合には、4個の2入力合流器の出力光信号の一部を分岐し、それぞれ2波長多重の各光信号からパイロット信号を検出する。従来は、8波長多重の各光信号からパイロット信号を検出していたので、本発明の構成によりパイロット信号のCN比を大幅に改善することができる。

【0015】また、a個のb入力合流器を b_1 入力合流器、 b_2 入力合流器、…、 b_a 入力合流器としたときに、 $b_1 + b_2 + \dots + b_a = M$ となるようにしてもよい（請求項2）。例えば、 $M=8$ の場合に8入力合流器として、2個の3入力合流器と1個の2入力合流器と、それらの出力を合流する3入力合流器に分割して構成する。この場合には、3波長多重および2波長多重の各光信号からパイロット信号を検出することになる。

【0016】このように、接続監視手段に入力する波長多重数b、 b_i に応じたパイロット信号のCN比が所要値を満たす範囲で、b入力合流器または b_i 入力合流器の入力数が選択される（請求項3）。すなわち、a個のb入力合流器がすべて同じ入力数とならなくてもよい。

【0017】

【発明の実施の形態】

（第1の実施形態）図1は、本発明の光バス監視装置の第1の実施形態を示す。本実施形態では、入力ポート数Mが4、出力ポート数Nが2の光空間スイッチにおける光バス監視例を示す。

【0018】光空間スイッチ100は、各入力ポート11～14に接続された1×2光スイッチ21～24と、1×2光スイッチ21、22から出力された光信号を合流する合流器31-1、32-1と、1×2光スイッチ23、24から出力された光信号を合流する合流器31-2、32-2と、合流器31-1、31-2から出力された光信号をそれぞれ分岐する分岐部41-1、41-2と、合流器32-1、32-2から出力された光信号をそれぞれ分岐する分岐部42-1、42-2と、分岐部41-1、41-2でそれぞれ分岐された一方の光信号を合流して出力ポート61に出力する合流器31-3と、分岐部42-1、42-2でそれぞれ分岐された一方の光信号を合流して出力ポート62に出力する合流器32-3と、分岐部41-1、41-2でそれぞれ分岐された他方の光信号に重畳されたパイロット信号を検出する接続監視回路51-1、51-2と、分岐部42-1、42-2でそれぞれ分岐された他方の光信号に重畳されたパイロット信号を検出する接続監視回路52-1、52-2とにより構成される。

【0019】ここで、接続監視回路51、52は、それぞれ光信号を電気信号に変換する受光器71およびその電気信号からパイロット信号を検出する監視回路72により構成される。

【0020】本実施形態の特徴は、従来の光バス監視装置における4入力の合流器31の機能を、3つの2入力の合流器31-1～31-3に分割し、合流器31-1、31-2と合流器31-3との間に分岐器41-1、41-2を配置する。また、同様に4入力の合流器32の機能を、3つの2入力の合流器32-1～32-3に分割し、合流器32-1、32-2と合流器32-3との間に分岐器42-1、42-2を配置する。そして、1×2光スイッチ21、22から出力ポート61に出力される光信号を合流器31-1の出力から分岐して監視し、1×2光スイッチ21、22から出力ポート62に出力される光信号を合流器32-1の出力から分岐して監視する。同様に、1×2光スイッチ23、24から出力ポート61に出力される光信号を合流器31-2の出力から分岐して監視し、1×2光スイッチ23、24から出力ポート62に出力される光信号を合流器32-2の出力から分岐して監視する。これにより、監視対象の光信号の波長多重数は最大でも2波長となる。

【0021】図2は、第1の実施形態において、入力ポート11～14から入力される光信号がすべて出力ポート62に出力される接続例を示す。入力ポート11～14から入力される光信号S1、S2、S3、S4の波長はそれぞれ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 であり、パイロット

5

信号PT1, PT2, PT3, PT4の周波数は f_1 , f_2 , f_3 , f_4 とする。光信号S1, S2は、1×2光スイッチ21, 22から合流器32-1に接続され、光信号S3, S4は1×2光スイッチ23, 24から合流器32-2に接続される。

【0022】合流器32-1, 32-2から出力された光信号は、分岐器42-1, 42-2でそれぞれの一部が分岐され、接続監視回路52-1, 52-2に入力される。接続監視回路52-1では、光信号S1に重畳されている周波数 f_1 のパイロット信号PT1と、光信号S2に重畳されている周波数 f_2 のパイロット信号PT2を検出することにより、1×2光スイッチ21, 22が正常に動作したことを確認できる。また、接続監視回路52-2では、光信号S3に重畳されている周波数 f_3 のパイロット信号PT3と、光信号S4に重畳されている周波数 f_4 のパイロット信号PT4を検出することにより、1×2光スイッチ23, 24が正常に動作したことを確認できる。なお、分岐器42-1, 42-2で分岐された他方の光信号S1~S4は、さらに合流器32-3で合流して出力ポート62に出力される。

【0023】このように、光空間スイッチ100には4波長の光信号が入力されるが、各接続監視回路に入力される監視対象の光信号の波長多重数は最大でも2波長となる。すなわち、2波長の光信号が合波された位置でその波長多重光を監視することになるので、4波長多重光を監視する場合に比べてCN比は6dB改善される。

【0024】パイロット信号のCN比が改善されると、パイロット信号の電力レベルの測定精度が改善されることになる。パイロット信号の電力レベルは、光信号の電力レベルに対応しているので、パイロット信号の電力レベルを精度よく測定することにより光信号の電力レベルを精度よく測定することができる。これにより、光信号の電力レベルの監視も可能になる。

【0025】また、本実施形態では、1×2光スイッチ21, 22と、1×2光スイッチ23, 24がそれぞれペアで監視されることになるので、各ペアの1×2光スイッチに入力されるパイロット信号の周波数が異なっていればよい。例えば、1×2光スイッチ21, 22に入力されるパイロット信号PT1, PT2の周波数を f_1 , f_2 としたときに、1×2光スイッチ23, 24に入力されるパイロット信号PT3, PT4の周波数も f_1 , f_2 にすることができる。すなわち、本実施形態の構成では、パイロット信号の周波数は接続監視回路51, 52に入力される波長多重数分だけ用意すればよい。

【0026】また、本実施形態では、従来の4入力の合流器の機能を3つの2入力の合流器で実現するので、合流器および分岐器の数が増大する。しかし、例えば合流器31-1~31-3と分岐器41-1, 41-2を1つの光集積回路で構成すれば、容易に小型化することが

6

できる。また、合流器として光の方向性結合器を用いれば、分岐器の機能を合わせてもたせることができ、さらに分岐器における光信号の分岐損失を最小限に抑えることができる。すなわち、光集積回路を用いれば、部品数の増大に伴う回路規模の増大と損失の増大を抑えることができる。

【0027】(第2の実施形態) 図3は、本発明の光パス監視装置の第2の実施形態を示す。本実施形態では、入力ポート数Mが8、出力ポート数Nが2の光空間スイッチにおける光パス監視例を示す。

【0028】光空間スイッチ200は、各入力ポート11~18に接続された1×2光スイッチ21~28と、1×2光スイッチ21, 22から出力された光信号を合流する合流器31-1, 32-1と、1×2光スイッチ23, 24から出力された光信号を合流する合流器31-2, 32-2と、1×2光スイッチ25, 26から出力された光信号を合流する合流器31-3, 32-3と、1×2光スイッチ27, 28から出力された光信号を合流する合流器31-4, 32-4と、合流器31-1~31-4から出力された光信号をそれぞれ分岐する分岐部41-1~41-4と、合流器32-1~32-4から出力された光信号をそれぞれ分岐する分岐部42-1~42-4と、分岐部41-1~41-4でそれぞれ分岐された一方の光信号を合流して出力ポート61に出力する合流器31-5と、分岐部42-1~42-4でそれぞれ分岐された一方の光信号を合流して出力ポート62に出力する合流器32-5と、分岐部41-1~41-4, 42-1~42-4でそれぞれ分岐された他方の光信号に重畳されたパイロット信号を検出する接続監視回路53とにより構成される。

【0029】ここで、接続監視回路53は、それぞれ光信号を電気信号に変換する受光器71-1~71-8と、各電気信号の1つを選択するセレクタ73と、セレクタ73で選択された電気信号からパイロット信号を検出する監視回路72により構成される。

【0030】本実施形態の特徴は、従来の光パス監視装置における8入力の合流器の機能を、4つの2入力の合流器31-1~31-4および1つの4入力の合流器31-5に分割し、合流器31-1~31-4と合流器31-5との間に分岐器41-1~41-4を配置する。また、同様に4つの2入力の合流器32-1~32-4および1つの4入力の合流器32-5に分割し、合流器32-1~32-4と合流器32-5との間に分岐器42-1~42-4を配置する。そして、1×2光スイッチ21, 22から出力ポート61に出力される光信号を合流器31-1の出力から分岐して監視し、1×2光スイッチ21, 22から出力ポート62に出力される光信号を合流器32-1の出力から分岐して監視する。以下同様に、各出力ポートに出力される光信号を合流器31-2~31-4, 32-2~32-4の出力から分岐し

7

て監視する。これにより、監視対象の光信号の波長多重数は最大でも 2 波長となる。

【0031】図 4 は、第 2 の実施形態において、入力ポート 11～14 から入力される光信号がすべて出力ポート 61 に出力され、入力ポート 15～18 から入力される光信号がすべて出力ポート 62 に出力される接続例を示す。

【0032】入力ポート 11～18 から入力される光信号 S1～S8 の波長はそれぞれ $\lambda_1 \sim \lambda_8$ であり、パイロット信号 PT1, PT3, PT5, PT7 の周波数は f_1 、パイロット信号 PT2, PT4, PT6, PT8 の周波数は f_2 とする。光信号 S1, S2 は、1×2 光スイッチ 21, 22 から合流器 31-1 に接続され、光信号 S3, S4 は 1×2 光スイッチ 23, 24 から合流器 31-2 に接続され、光信号 S5, S6 は、1×2 光スイッチ 25, 26 から合流器 32-3 に接続され、光信号 S7, S8 は 1×2 光スイッチ 27, 28 から合流器 32-4 に接続される。

【0033】合流器 31-1 から出力された光信号は、分岐器 41-1 でその一部が分岐されて受光器 71-1 に入力され、セレクタ 73 を介して監視回路 72 に入力される。監視回路 72 では、光信号 S1 に重畳されている周波数 f_1 のパイロット信号 PT1 と、光信号 S2 に重畳されている周波数 f_2 のパイロット信号 PT2 を検出することにより、1×2 光スイッチ 21, 22 が正常に動作したことを確認できる。また、合流器 31-2 から出力された光信号は、分岐器 41-2 でその一部が分岐されて受光器 71-2 に入力され、セレクタ 73 を介して監視回路 72 に入力される。監視回路 72 では、光信号 S3 に重畳されている周波数 f_1 のパイロット信号 PT3 と、光信号 S4 に重畳されている周波数 f_2 のパイロット信号 PT4 を検出することにより、1×2 光スイッチ 23, 24 が正常に動作したことを確認できる。1×2 光スイッチ 25～28 の監視についても同様である。

【0034】なお、分岐器 41-1, 41-2 で分岐された他方の光信号 S1～S4 は、さらに合流器 31-5 で合流して出力ポート 61 に出力される。分岐器 42-3, 42-4 で分岐された他方の光信号 S5～S8 は、さらに合流器 32-5 で合流して出力ポート 62 に出力される。

【0035】このように、光空間スイッチ 200 には 8 波長の光信号が入力されるが、接続監視回路 53 の各受光器 71-1～71-8 に入力される監視対象の光信号の波長多重数は最大でも 2 波長となる。すなわち、2 波長の光信号が合波された位置でその波長多重光を監視することになるので、8 波長多重光を監視する場合に比べて CN 比は 11.5dB 改善される。さらに、本実施形態の構

8

成では、接続監視回路 53 において各受光器からの出力信号をセレクタ 73 を介して監視回路 72 に入力する構成であり、第 1 の実施形態に比べて監視回路 72 の数を低減することができる。

【0036】また、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様にすべてのパイロット信号の周波数を相違させる必要はなく、各受光器に入力される波長多重数分の周波数を用意すればよい。

【0037】

10 【発明の効果】以上説明したように、本発明の光パス監視装置は、複数の入力ポートから 1 つの出力ポートに出力される光信号のうち、一部の光信号を合波した段階で接続監視を行う。したがって、光空間スイッチに入力する光信号の波長数が増大した場合でも、監視対象の波長多重数は少なくすることができるので、検出するパイロット信号の CN 比の劣化を抑えることができる。

20 【0038】さらに、監視対象の波長多重数に応じてパイロット信号の周波数を用意すればよいので、パイロット信号に割り当てる周波数の数を少なくできるとともに、パイロット信号を検出する監視回路の構成を簡単にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の光パス監視装置の第 1 の実施形態を示すブロック図。

【図 2】第 1 の実施形態における光空間スイッチの接続例を示す図。

【図 3】本発明の光パス監視装置の第 2 の実施形態を示すブロック図。

30 【図 4】第 2 の実施形態における光空間スイッチの接続例を示す図。

【図 5】光空間スイッチの従来の接続監視方法を示すブロック図。

【図 6】従来構成における光空間スイッチの接続例を示す図。

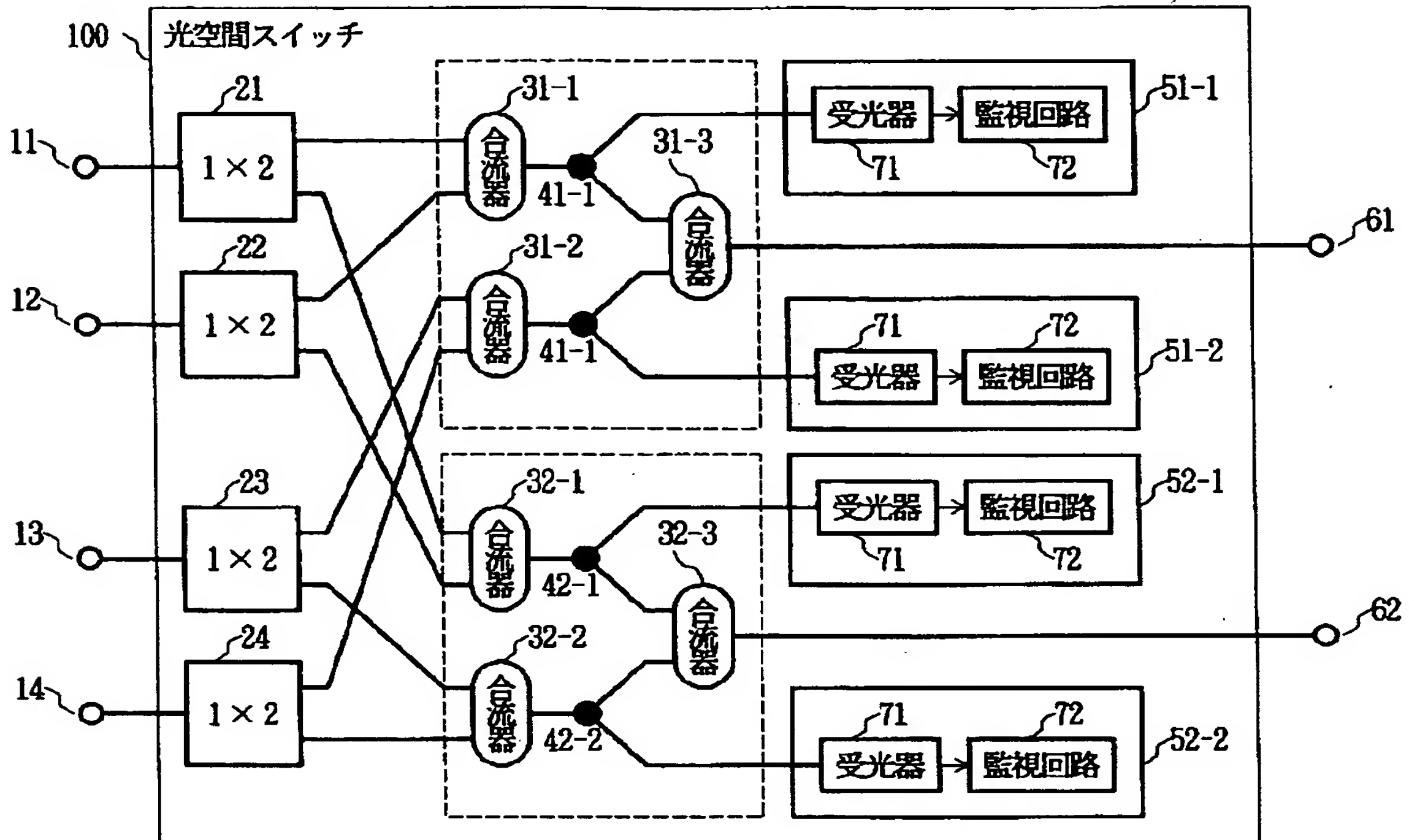
【図 7】波長多重時におけるパイロット信号の CN 比の劣化の様子を示す図。

【符号の説明】

11～18 入力ポート
21～28 1×2 光スイッチ
31, 32 合流器
41, 42 分岐器
51, 52, 53 接続監視回路
61, 62 出力ポート
71 受光器
72 監視回路
73 セレクタ
100, 200 光空間スイッチ

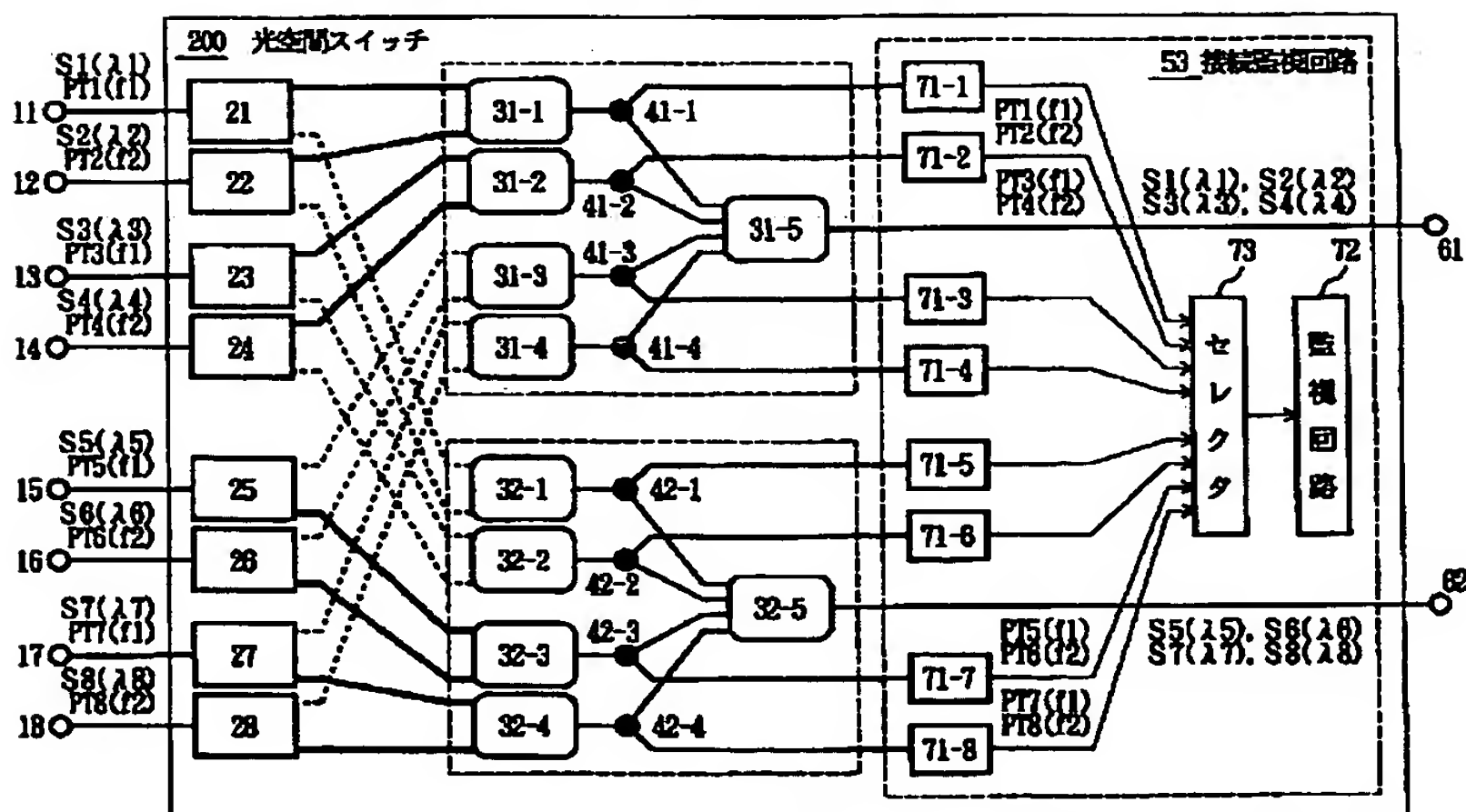
【図 1】

本発明の光パス監視装置の第 1 の実施形態



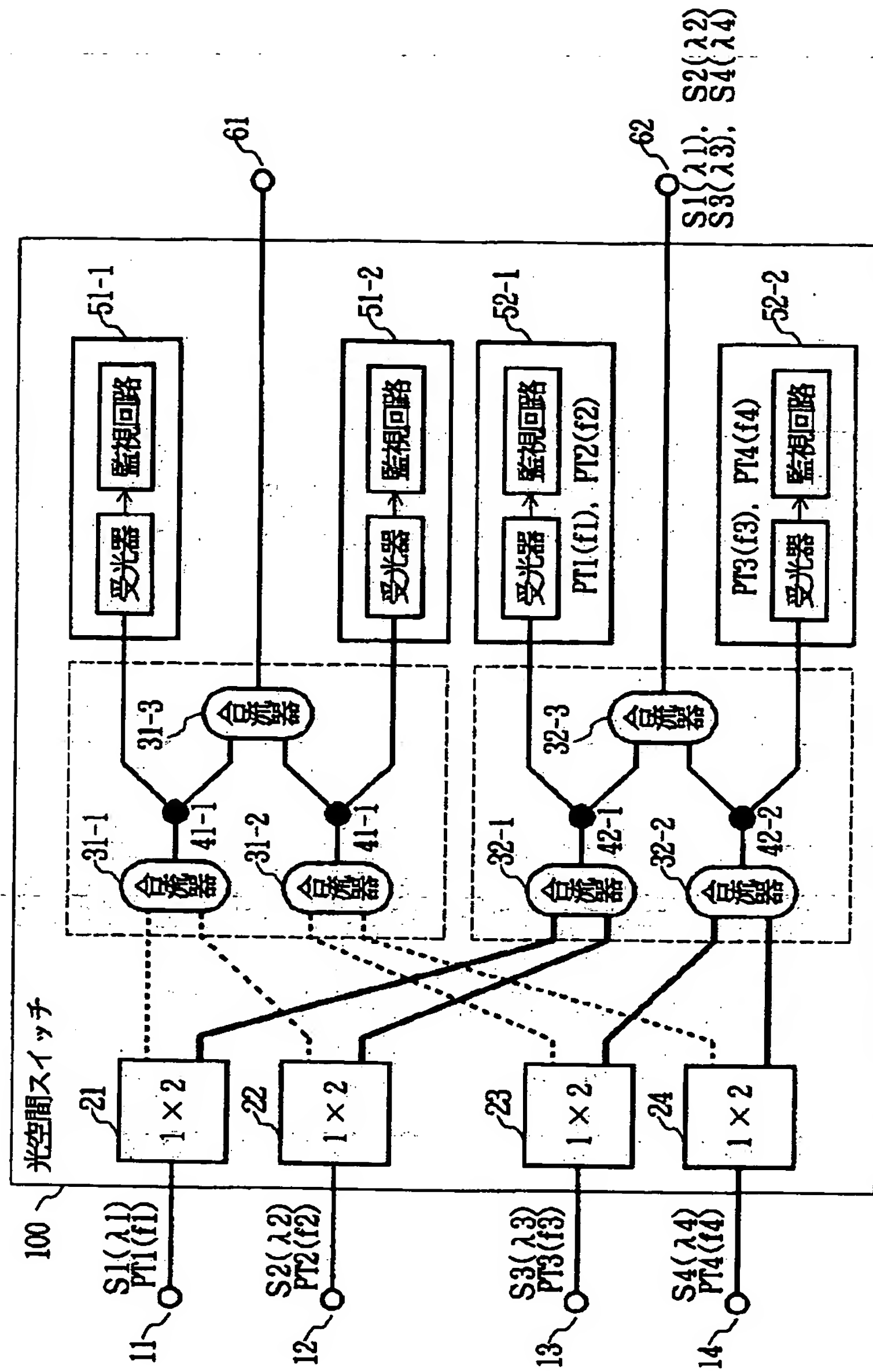
【図 4】

第 2 の実施形態における光空間スイッチの接続例



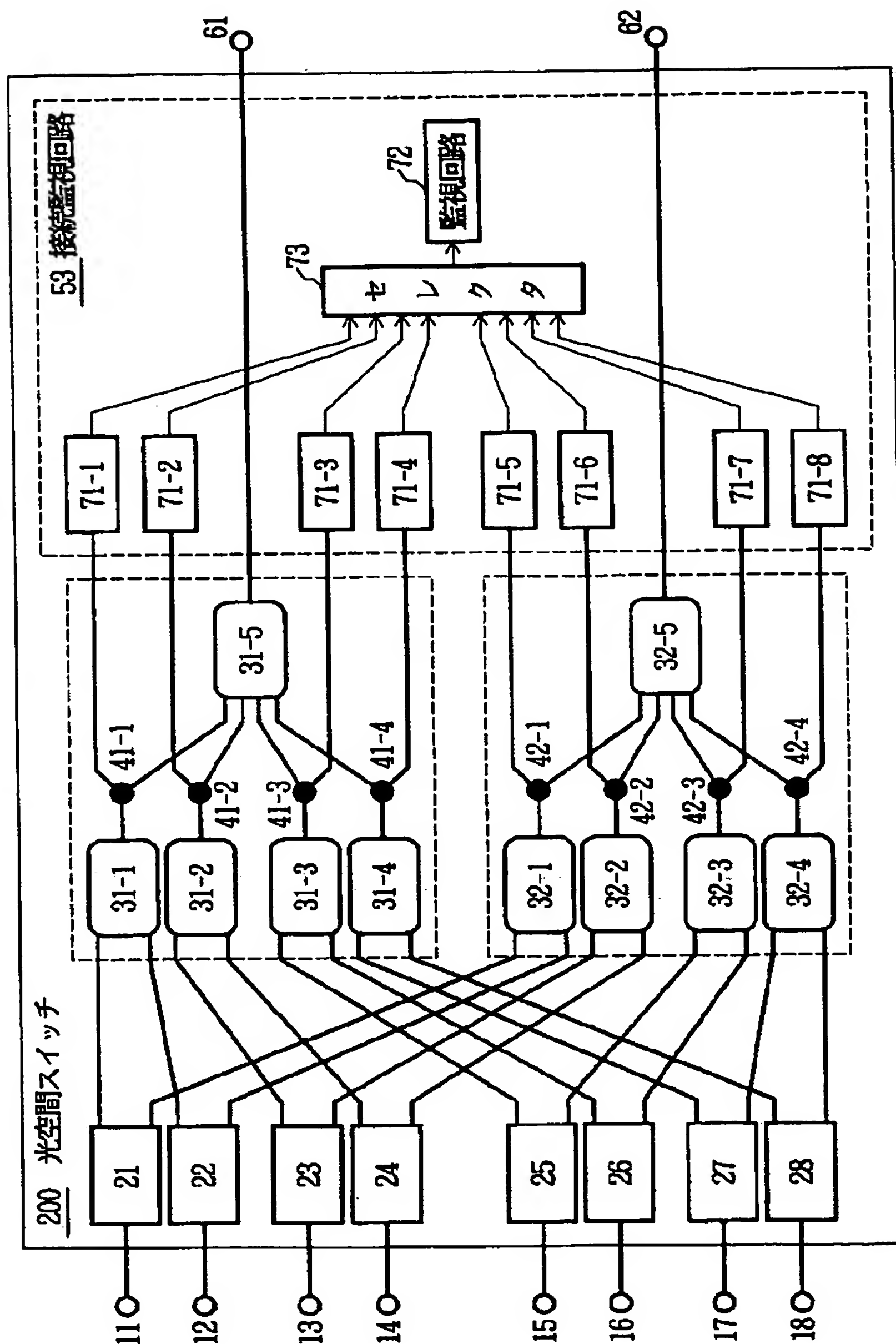
【図 2】

第 1 の実施形態における光空間スイッチの接続例



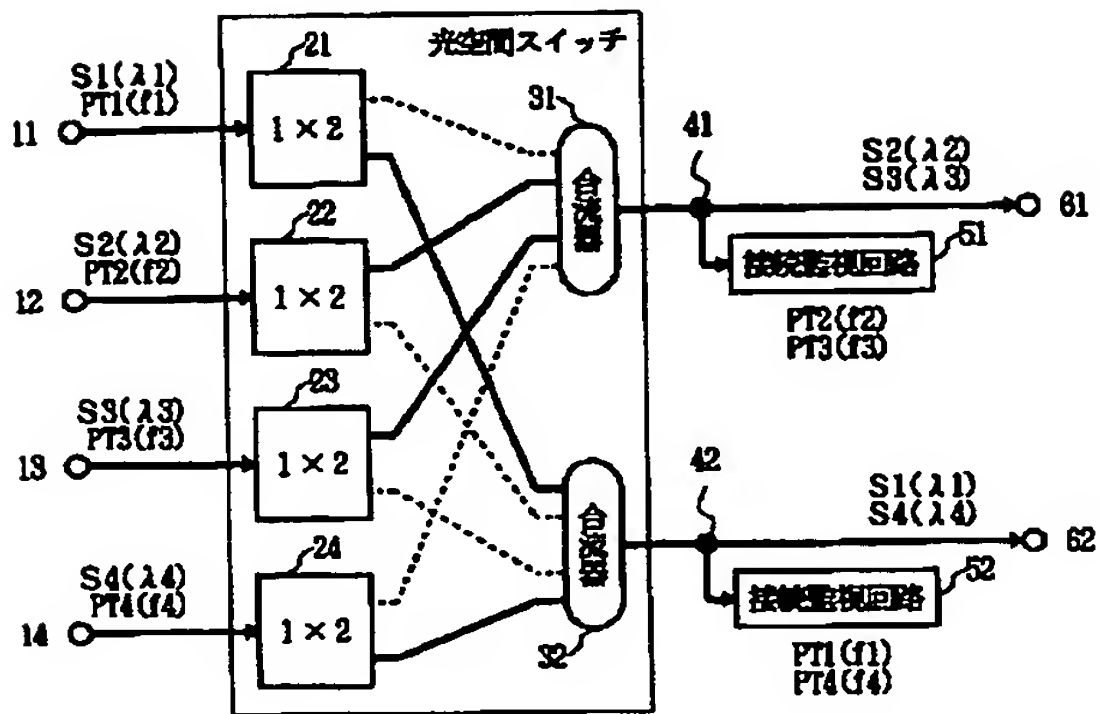
【図 3】

本発明の光バス監視装置の第2の実施形態



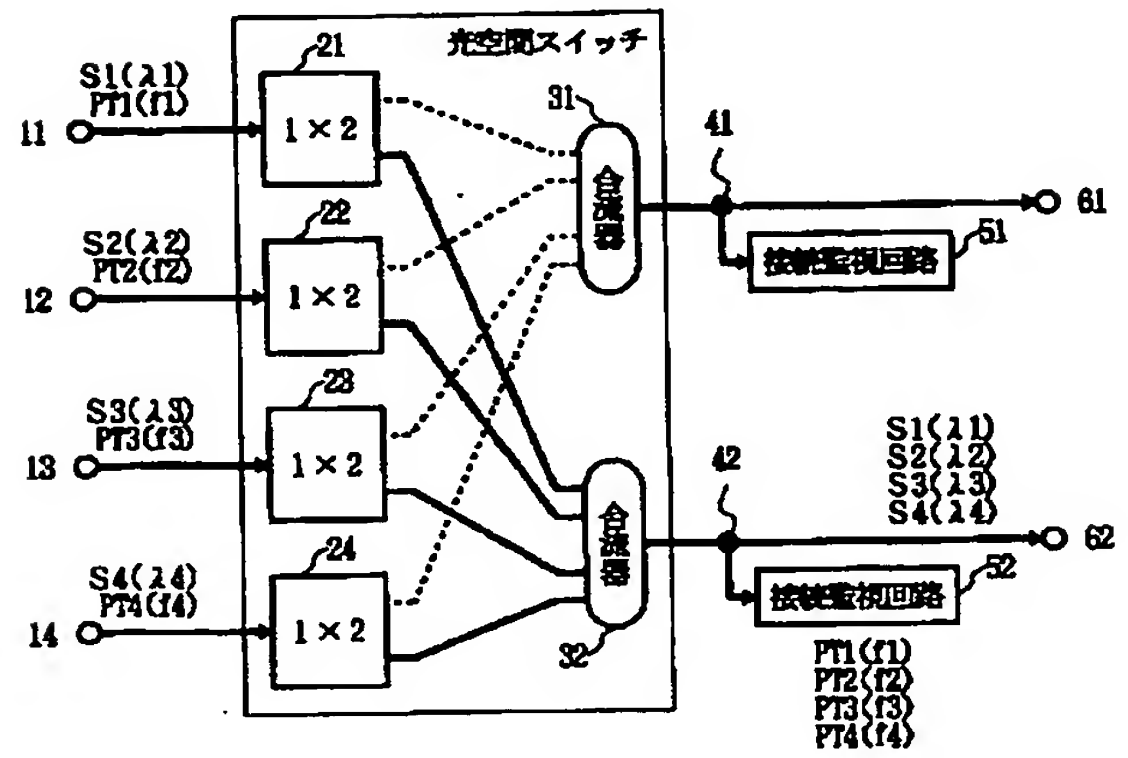
【図5】

光空間スイッチの従来の接続監視方法



【図6】

光空間スイッチの接続監視が困難になる例



【図7】

波長多重時におけるパイロット信号のCN比の劣化の様子

